

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003年8月7日 (07.08.2003)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/065548 A1

(51) 国際特許分類: H02K 15/12

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/00925

(22) 国際出願日: 2003年1月30日 (30.01.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2002-23718 2002年1月31日 (31.01.2002) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社  
東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒  
105-8001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平井 久之 (HI-  
RAI, Hisayuki) [JP/JP]; 〒267-0055 千葉県千葉市緑  
区越智町705-362 Chiba (JP). 山田 利光 (YA-  
MADA, Toshimitsu) [JP/JP]; 〒245-0061 神奈川県横浜  
市戸塚区汲沢7-3-4 Kanagawa (JP). 岡野 公彦(OKANO, Kimihiko) [JP/JP]; 〒132-0021 東京都江戸  
川区中央3-2-4-1002 Tokyo (JP). 小山 充彦  
(KOYAMA, Mitsuhiko) [JP/JP]; 〒359-0021 埼玉県所  
沢市東所沢3-38-4-501 Saitama (JP). 幡野 浩  
(HATANO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒182-0025 東京都調布市  
多摩川2-26-1-308 Tokyo (JP).(74) 代理人: 波多野 久 (HATANO, Hisashi); 〒105-0003 東  
京都港区西新橋一丁目17番16号 宮田ビル2階  
東京国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): BR, CA, CN, US.

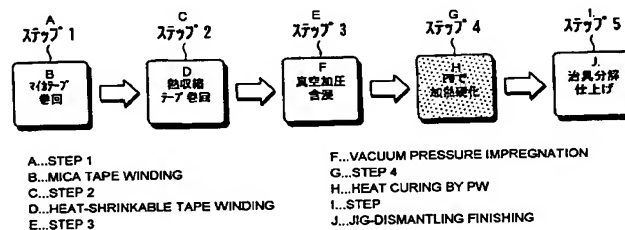
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING INSULATED COIL OF ROTATING ELECTRIC MACHINE AND INSULATED  
COIL

(54) 発明の名称: 回転電機の絶縁コイル製造方法および絶縁コイル

(57) Abstract: A method for manufacturing an insulated coil of a rotating electric machine by winding a mica tape on a coil conduc-  
tor to form an insulating layer, impregnating the coil with resin by vacuum pressure impregnation, molding the resin-impregnated  
coil using a curing/molding jig, and curing the resin of the coil conductor by heat drying. The method comprises a mica tape wind-  
ing step, a heat-shrinkable tape winding step, a vacuum pressure impregnating step, a resin heat pressure curing step using a liquid  
heating medium, and a jig-dismantling finishing step.

[続葉有]



---

(57) 要約:

本発明に係る回転電機の絶縁コイルは、コイル導体にマイカテープを巻回して絶縁層を形成し、コイルを樹脂で真空加圧含浸させ、樹脂を含浸させたコイルに硬化成型用治具を用いて成型加工させた後、コイル導体の樹脂を加熱乾燥により硬化させて絶縁コイルを製造する回転電機の絶縁コイル製造方法において、絶縁コイルを製造する際、マイカテープ巻回工程、熱収縮テープ巻回工程、真空加圧含浸工程、液状加熱媒体を用いた樹脂加熱加圧硬化工程、治具分解仕上げ工程を経て製造される。

## 明 細 書

## 回転電機の絶縁コイル製造方法および絶縁コイル

## 5 技術分野

本発明は、回転電機の絶縁コイル製造方法に係り、特に熱硬化性樹脂を含浸硬化する工程における、樹脂含浸後のコイル絶縁の硬化成型の作業に改良を加えた回転電機の絶縁コイル製造方法に関し、またその製造方法により製造される絶縁コイルに関する。

10

## 背景技術

従来、タービン発電機、水車発電機等の大形回転電機に適用するコイルは、その絶縁製造作業工程として、フィルムまたはガラステープに接着剤を介装してマイカを被着させたマイカテープを複数回巻回(装)して絶縁層を形成する巻回(テーピング)工程と、絶縁層を形成するコイルに真空および加圧下で、例えばエポキシ等の熱硬化性高分子有機樹脂を含浸させる真空加圧含浸工程とを経て製造されている。

さらに、コイルは、その絶縁製造作業工程として、真空加圧含浸工程でコイルの絶縁層に樹脂を含浸させ、その樹脂の液状態のままコイルに予め用意された硬化成型用治具を用いて押圧力を与え成型加工する成型加工工程と、成型加工後のコイルを空気加熱炉に収容し、ここで加熱させて絶縁層に含浸した樹脂を硬化させる樹脂加熱硬化工程と、樹脂の硬化後、硬化成型用治具を分解して取り除く工程とを経て製造されている。

これら各作業工程のうち、成型加工工程では、液状態の樹脂から出る悪臭による劣悪な環境の下で、作業者に長時間に亘って過酷で、多くの労力を強いている。

また、加熱硬化工程は、コイルの絶縁層に含浸させる樹脂を広い空間の炉内で空気加熱させているので、コイルが受ける温度分布に偏りが出ている。

このため、作業者の労力軽減上、あるいは、製品の長寿命に亘る品質保証

上、コイルの製造作業工程は、何らかの新たな改良作業が求められていた。

また、上述の成型加工工程と、上述樹脂加熱硬化工程とには作業を進める上で不具合・不都合な点が含まれている。

すなわち、成型加工工程は、コイルの絶縁層に含浸する樹脂が液状でべた  
5 べたする状態で行われるため、硬化成型用治具のコイル導体への押圧力の強弱如何によって絶縁層を形成するマイカテープを破損させるおそれがある。このため、樹脂から出る悪臭の環境下で、コイルに硬化成型用治具を取り付ける際には、作業者に多くの時間と、過酷な労力を強いていた。

また、コイル導体に硬化成型用治具を取り付ける際、樹脂が滴り落ち、作  
10 業者にとって滑り易い足場での作業となり、この点でも作業者に過酷な労力を強いていた。

一方、樹脂加熱硬化工程は、広い空間の炉内を加熱源として高温空気を用いている。空気は、熱容量が小さい。このため、コイル温度は、設定温度に達するまでに長時間を必要としていた。

15 また、広い空間の炉内を高温空気が流れる場合、対流、輻射、偏流に基づく温度分布差ができ、コイルの絶縁層に含浸した樹脂の硬化状態に部分的偏りが出、コイルの電気特性にバラツキが出る等の問題があった。

本発明は、このような背景事情に照らしてなされたもので、作業者により  
20 層短い時間で硬化させて製品の品質を安定に維持する回転電機の絶縁コイル製造方法を提供すること、およびその製造方法により製造される絶縁コイルを提供する事を目的とする。

#### 発明の開示

25 上述の目的を達成するための本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、導体にマイカテープを巻回して絶縁層を備えるコイルに構成し、このコイルに樹脂を真空加圧含浸させ、前記樹脂含浸させた前記コイルに硬化成型用治具を取り付けた後、前記コイルの含浸樹脂を加熱により硬化させて絶縁コイルを製造する回転電機の絶縁コイル製造方法であって、マイカテープ巻

回工程、熱収縮テープ巻回工程、真空加圧含浸工程、樹脂加熱硬化工程、治具分解仕上げ工程を経て絶縁コイルを製造することを特徴とするものである。

上述の本発明の好適な実施例によれば、前記樹脂加熱硬化工程は、コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際、ポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体を使用して前記樹脂を硬化させてもよい。また、前記コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、融点が135℃以下である。また、前記コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、150℃における粘度が100 Pa・s以下である。さらに、前記コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、酸化防止剤および帯電防止剤のうち、少なくとも一方を添加してもよい。

前記巻回工程は、マイカテープに硬化反応促進剤を担持させるとともに、コイルの近い側に多量の硬化反応促進剤を配分し、前記コイルから離れる側にゼロまたは少量の硬化反応促進剤を配分して担持させる。

前記熱収縮巻回工程は、コイル導体に絶縁層を形成するマイカテープの外側に離型用テープを巻回し、その離型用テープに成型加工用の当て板を当接させた後、前記当て板を熱収縮テープを巻回して固定する。この当て板は、コイルの直線部分に金属板および繊維強化した積層板のうち、いずれかを使用する。前記当て板は、コイルの曲線部分にプラスチック板を使用してもよい。コイルの曲線部分に当て板として使用するプラスチック板は、ポリアミド系材料で製作してもよい。

前記熱収縮テープは、熱可塑性テープ、熱収縮チューブおよび離型処理した熱収縮クロスのうち、いずれかが使用できる。

前記樹脂加熱硬化工程では、コイルを保持する架台の底部に受け皿を備え、滴り落ちる樹脂を収容するようにしてもよい。前記受け皿は、コイルの

直線に相当する部分に金属および耐熱性フィルムのうち、いずれかを備え、コイルエンドの曲線に相当する部分に耐熱性フィルムを備え、コイル導体エンド端部に相当する部分に耐熱性フィルムおよび不織布のうち、いずれかを備えている。

- 5        また本発明の目的は、導体にマイカテープを巻回してコイル導体絶縁層を形成する巻回工程と、このマイカテープの外側に離型用テープを巻回し、その離型用テープに成型加工用の当て板を当接させた後、前記当て板を熱収縮テープを巻回して固定する熱収縮巻回工程と、このように巻回された熱収縮コイルを樹脂で真空加圧含浸させる真空加圧含浸工程と、前記樹脂含浸させ
- 10       コイルを成型用治具に取り付ける治具取り付け工程と、コイル絶縁層に含浸させた樹脂を加熱媒体を用いて加熱硬化させる樹脂加熱硬化工程と、前記治具の分解仕上げ工程とからなることを特徴とする、回転電機の絶縁コイル製造方法によっても達成される。

- さらにまた、本発明によれば、回転電機の絶縁コイルが、導体にマイカ
- 15       テープを巻回してコイル導体絶縁層を形成する巻回し、このマイカテープの外側に離型用テープを巻回してその離型用テープに成型加工用の当て板を当接させた後、前記当て板を熱収縮テープを巻回固定し、このように巻回された熱収縮コイルを樹脂で真空加圧含浸させ、前記樹脂含浸させコイルを成型用治具に取り付け、コイル絶縁層に含浸させた樹脂を液状加熱媒体を用いて加熱
- 20       硬化させ、その後、治具分解仕上げを行う事によって、製造される。

- 以上の説明のとおり、本発明によれば、絶縁コイル導体を製造するにあたり、巻回工程、熱収縮テープ巻回工程、真空加熱含浸工程、液状の加熱媒体による樹脂加熱硬化工程、治具分解仕上げ工程を経て製造し、従来の液体状態にある含浸樹脂への硬化成型用治具取付工程および高温空気による樹脂加
- 25       熱硬化工程を廃止したので、作業者の過酷な労力を大幅に軽減することができる。

      その際、樹脂含浸を行ったコイル絶縁の硬化において、従来の高温空気による硬化に代えて加熱媒体としてポリエチレン系材料およびポリオレフィン系材料のうち、いずれかを用いて加熱硬化させるので、コイルの温度上昇を

速くさせ、温度分布を均一化させることができ、硬化時間を従来に較べて半減させ、製造性の大幅な向上を図ることができる。

さらに、剥離性、離型性に優れ、樹脂含浸直後の作業者による手作業がなくなるので、好作業性、好作業環境の下、品質の安定性に優れた樹脂含浸絶縁コイルを製造することができる。そして、完成したコイルは、より一層優れた電気特性を得られる。

このように、本発明によれば、成型性、離型性、作業性等の向上および大幅な硬化時間の短縮が図れ、電気特性がより一層良好になる優れた効果が奏される。

10

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法の実施形態を示す作業工程ブロック図である。

第2図は、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法において、コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に適用する樹脂加熱硬化装置を示す概念図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法の実施形態を図面および図面に付した符号を引用して説明する。

第1図は、本発明に係る回転電機の絶縁コイル製造方法の実施形態を示す作業工程ブロック図である。

本実施形態に係る回転電機の絶縁コイル製造方法は、マイカテープ巻回（巻装）（テーピング）工程（ステップ1）、熱収縮テープ巻回工程（ステップ2）、真空加圧含浸工程（ステップ3）、樹脂加熱硬化工程（ステップ4）、治具分解仕上げ工程（ステップ5）を備え、各工程（ステップ1～5）を経て絶縁コイルを製造する。

巻回工程（ステップ1）は、予め絶縁された素線を束ねて形成するコイル導体に巻回装置（テーピングマシン）でマイカテープを複数回巻回して絶縁

層を形成するものである。なお、マイカテープは、フィルムまたはガラステープに接着剤を介装してマイカを被着させたテープである。

マイカテープは、例えば酸化亜鉛等の硬化反応促進剤（触媒）を担持させている。この硬化反応促進剤は、コイル導体に近い側に多く、コイル導体から離れる外層側にゼロまたは少量になるように配分されている。この配分は、以下の理由に基づく。

コイルは、後述する樹脂加熱硬化工程（ステップ４）において、ポリオレフィン系材料またはポリエチレン系材料等の液状の加熱媒体を用いて加熱加圧処理が行われる。しかし、加熱媒体は低温で固体であり、流動性がない。このため、コイルの絶縁層に含浸する樹脂を加熱、加圧状態で硬化させる際、予め加熱して溶融させておいた液状の加熱媒体を貯蔵槽に貯留しておき、コイルを圧力容器に収容させた後、貯蔵槽から液状の加熱媒体を供給し、樹脂を硬化させる。この場合、熱は、外側からコイル導体側の内側に向って順次伝導して、温度が下がる。一般に、硬化の際、体積が収縮し、ボイドや層剥離が発生することがある。ボイドや層剥離が発生すると、コイルは部分放電や誘電体損失率が高くなるなどの現象があらわれる。

本実施形態は、このような点を考慮したもので、絶縁層を形成するマイカテープに硬化反応促進剤を担持させる際、その硬化反応促進剤量をコイル導体側に近い内側で多く、その外側でゼロまたは少量に配分し、その内側から外側に向って順次硬化させるので、硬化の際、収縮に基づくボイド等の発生を防止して、電気特性を向上させることができる。

熱収縮テープ巻回工程（ステップ２）は、コイル導体に巻回して絶縁層を形成するマイカテープの外側に、離型用のテープを巻回し、その離型用のテープの外側に成型加工用の当て板を当接させ、さらに当て板を固定する熱収縮テープを巻回するものである。

当て板は、コイルの直線部分で金属あるいは積層板が使用され、コイルエンド部（端部）等の曲線部分でプラスチック板が使用される。

上述の熱収縮テープ巻回工程（ステップ２）は、コイルを設計寸法に維持させ、表面を平滑化する上で、作業性を容易にする必要な手段である。この



ため、離型用のテープはポリプロピレン製のテープまたはテフロン製のテープが使用される。

また、コイルの直線部分に使用する当て板は、金属製や繊維強化した積層板など、平面が平坦度を高く維持できる弾性率の高い材料が選択される。

- 5     また、コイルのエンド部等の曲線部分は、曲面に沿って密着できる柔軟性が必要で、耐熱性の高いプラスチック板が適正である。このプラスチック板は、軟化温度が170℃程度以上のポリアミド系材料で、例えばナイロン6, 46, 66等である。このポリアミド系材料は、コイルにおけるコイルエンドのように曲面部分に馴染み易く、適度の硬さがあり、また樹脂にも反応
- 10    しない離型性にも優れている。

一方、絶縁層に離型用のテープを介して当て板が当接されると、熱収縮テープ巻回工程（ステップ2）は、当て板を固定する際、熱収縮テープで巻回される。

- この熱収縮テープは、収縮力の大きい熱可塑性のテープ、熱収縮チューブ
- 15    、あるいは離型処理を行った熱収縮クロスのうち、いずれかが選択される。

- 樹脂を真空加圧含浸した後のコイルは、含浸用圧力容器から硬化用圧力容器に移される際、大気に晒され、大気圧と平衡になる。この状態から、コイルに液状の加熱媒体が加わり、樹脂が硬化する間に、コイルは当て板を介して押圧力が与えられ、その体積が縮小する。体積の縮小は、液状の加熱媒体
- 20    の圧力と平衡するまで行われる。

このため、本実施形態では、樹脂の硬化の際、体積の縮小に対処させるために当て板を固定するテープを熱収縮テープで巻回している。この熱収縮テープは、熱可塑性テープ、熱収縮チューブおよび離型処理した熱収縮クロスのうち、いずれかが選択される。

- 25    このように、本実施形態は、コイルの絶縁層に離型用のテープを巻回し、さらに離型用テープの外側にコイルを支持する当て板を当接させるとともに、当て板を固定する熱収縮テープを巻回し、さらに、液状の加熱媒体で絶縁層に含浸させた樹脂を硬化させる際、当て板からの押圧力をコイルに均等に与える一方、樹脂の体積収縮に伴って熱収縮テープで対処させているので、

出来上り寸法精度の高い、平滑性に優れたコイルを製造することができる。

真空加圧含浸工程（ステップ３）は、熱収縮テープ巻回工程（ステップ２）において、当て板に熱収縮用のテープを巻回して固定させたコイルを架台に保持させて樹脂含浸用の圧力容器に収容し、器内を真空に維持し、コイルの絶縁層に樹脂を含浸させた後、例えば窒素等の不活性ガスを加えて加圧させるものである。

真空加圧含浸工程（ステップ３）が終ると、本実施形態は、コイルを樹脂加熱硬化工程（ステップ４）に移行させる。

樹脂加熱硬化工程（ステップ４）は、コイルの絶縁層に含浸した樹脂を液状の加熱媒体を用いて加熱加圧硬化させるものである。

このコイルの絶縁層に含浸させた樹脂を加熱硬化させる樹脂加熱硬化装置は、第２図に示すように、圧力容器１と貯蔵槽２とを備えている。

圧力容器１は、樹脂を含浸させたコイル３を保持する架台１０を組み込んだコイル受槽４を収容し、このコイル受槽４には導管５を介して貯蔵槽２からの液状の加熱媒体Ｐが供給されている。

また、圧力容器１は、真空パイプ６を介して器内を真空に維持させ、貯蔵槽２から供給される液状の加熱媒体Ｐで受槽４を満たした後コイル３に含浸させている樹脂を加熱させるとともに、窒素管７から供給される窒化ガスで圧力を加えて加熱加圧下で硬化させる。

コイル３の絶縁層に含浸する樹脂が硬化すると、加熱媒体Ｐは導管５を介して貯蔵槽２に戻される。

貯蔵槽２には、高温液状の加熱媒体Ｐを充填させ、その加熱媒体Ｐを攪拌部８で攪拌させ、この間、窒素管９から供給される窒素ガスが与えられて酸化劣化を抑制している。

貯蔵槽２に充填する液状の加熱媒体Ｐは、融点が１３５℃以下の温度のポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれかが選択される。

ポリオレフィン系材料またはポリエチレン系材料は、熱可塑性樹脂として比較的融点が低く、液化し易く、他の熱硬化樹脂類と非相溶の性質を持って

いる。また、分子量も幅広い製品が揃っており、含浸樹脂の硬化温度での粘性流動性としても適正である。しかも、ポリオレフィン系材料またはポリエチレン系材料は、不純物が少なく、絶縁性にも優れているので、コイル3の成型加工に適している。

- 5      このような理由から、本実施形態では、ポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれかが使用される。

また、コイル3の絶縁層に含浸させた樹脂をより早く加熱硬化させるには、液状加熱媒体Pとして使用するポリオレフィン系材料またはポリエチレン系材料は、150℃における粘度を100Pa・s以下にすることが望ましい

10   。

これは、液状の加熱媒体Pが貯蔵槽2からコイル3を収容する圧力容器1に供給されるので、粘度が高いと移送時間が長くなり、加圧前に硬化が始まり、コイル3の絶縁性が不十分になる等に基づく。

- 15      なお、ポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料には、例えばフタルシアニン系等の帯電防止剤および、例えばイルガノック（チバガイギ（Ciba-Geigy）社製品）等の酸化防止剤のうち、いずれかが添加される。常に、絶縁性に優れた電気特性の高い加熱媒体として維持させるからである。

- 20      ところで、樹脂加熱硬化工程（ステップ4）において、コイル3に含浸している樹脂は液体状態であり、樹脂が滴り落ち、硬化し、加熱媒体Pに混入すると導管5への堆積やバルブの開閉に支障を与えるおそれがある。

本実施形態は、このような点を考慮したもので、コイル3を保持する架台10の底部に受け皿11を設けたものである。

- 25      この受け皿11は、コイル3の直線に相当する部分に金属あるいは耐熱性フィルムまたは、その成型品を備え、コイルエンドの曲線に相当する部分に耐熱性フィルムを備え、さらにコイルエンド端部に耐熱性フィルムあるいは不織布を備えている。

このように、本実施形態は、コイル3に含浸させた樹脂の滴り落ちを受け皿11で受けるので、作業環境に与える悪影響を少なくさせることができる。

最後に、コイル3に含浸させた樹脂が硬化すると、治具分解仕上げ工程（ステップ5）は、コイル3から、ステップ2の熱収縮テープ巻回工程で述べた当て板12、離型用のテープ、付着した加熱媒体を取り除き、コイル3の形状の最終仕上げを行う。

5        [実施例]

          (比較例)

従来法に基づき、厚さ10mm、幅50mm、長さ1300mmのアルミニウム製のコイル導体に触媒を含有させたマイカテープを巻回し、その上に電界緩和用の半導電テープおよび離型用のテープを巻回したモデル用のコ  
10    イルを試作した。

50mm幅の面には、厚さ4mmの鉄板を当て板として用い、10mmの面には積層板を当て板として用い、離型用のポリプロピレンテープを1/2重ね、2回巻きで各当て板を固定させた。

このモデル用のコイルを真空加圧含浸（VPI）法を用いてエポキシ等の  
15    樹脂を含浸させた後、硬化成形用治具でコイル導体に押圧力を与え、含浸樹脂を搾り出し、さらに熱風加熱炉に収容し、予め定められた樹脂硬化温度プログラムのコントロールの下、最高温度150℃で所定時間放置し、コイルに含浸させた樹脂を硬化させた。

モデル用のコイルが冷却すると、硬化成形用治具、当て板等は取り除かれ  
20    、コイルの形状に最終仕上げ調整を行った。

          (実施例1～3)

厚さ10mm、幅50mm、長さ1300mmのアルミニウム製のコイル導体に触媒を含んでいないマイカテープを巻回し、その上に電界緩和用の半導電テープおよび離型用のテープを巻回し、モデル用のコイルとした。

25    実施例1では、50mm幅の面に厚さ4mmの鉄板を当て板として用い、10mmの面に積層板を当て板として用い、熱収縮するポリエステルテープを1/2重ね、2回巻きで各当て板を固定させた。

実施例2では、実施例1の熱収縮テープの代りに、収縮力の大きいポリエステルチューブを1/2重ね、2回巻きで各当て板を固定させた。

実施例3では、実施例1の熱収縮テープの代りに、離型処理したポリエステル繊維の織布テープを1/2重ね、2回巻きで各当て板を固定した。この材料は、特に熱収縮力が強い。

(実施例4)

5 厚さ10mm、幅50mm、長さ1300mmのアルミニウム製のコイル導体に内層側の1/3に触媒を含有させ、残り2/3に触媒を含んでいないマイカテープを巻回し、その上に電界緩和用の半導電テープおよび離型用のテープを巻回し、モデル用のコイルとした。

10 当て板は、50mm幅の面に厚さ4mmの鉄板を用い、10mmの面に積層板を用い、ポリエステル繊維で製作する熱収縮性織布テープを使用し、1/2重ね、2回巻きで各当て板を固定させた。

実施例1から実施例4用のモデル用のコイルは、真空加圧含浸(VPI)法でエポキシ等の樹脂を含浸した。その後、コイルの下側にポリエステルフィルムを敷き、架台に固定し、圧力容器内に收容させた。圧力容器を閉じ、  
15 温度150℃に加熱してある加熱媒体としてのポリエチレンを貯蔵槽から供給し、コイルの上部10cm以上まで満たし、直ちに窒素ガスを供給し、0.6MPaまで加圧した。この状態で予め定められた時間を維持させ、コイルの含浸樹脂を硬化させた。

コイルの含浸樹脂が硬化すると、加熱媒体としてのポリエチレンは、貯蔵  
20 槽に戻され、圧力容器内の温度が低温になったらコイルを取り出した。コイルの下に敷いたポリエステルフィルムには、加熱媒体としてのポリエチレンの加圧によって搾り出された樹脂が硬化して付着していた。

コイルの冷却後、硬化成型用治具、当て板、テープ類は取り除かれ、コイルの形状に最終仕上げ調整を行った。

25 比較例1と実施例1～4との作業時間比、作業環境状態、硬化時間比、コイル寸法比(絶縁厚み比)、 $\tan \delta$ 比(誘電正接比)、破壊特性比(BDV)を表1に示す。

【表 1】

	比較例1	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
作業時間比	100	80	80	80	80
作業環境状態	やや悪い	非常に良い	非常に良い	非常に良い	非常に良い
硬化時間比	100	50	50	50	50
コイル寸法比 (絶縁厚み比)	100	103	100	98	98
$\tan \delta$ 比	100	105	99	95	90
破壊特性比 (BDV)	100	93	101	105	108

表 1 から、作業時間比、作業環境状態、硬化時間比、コイル寸法比（絶縁  
5 厚み比）、 $\tan \delta$  比、破壊特性比（BDV）ともに、実施例 1 を除いて実  
施例 2 ～ 4 までは比較例 1 に較べて優れていることがわかった。

（実施例 5）

鉄心長さ約 6 m、18 kV 級の実機大のコイルを製作した。コイル導体  
側の 1 / 3 に触媒を担持させたマイカテープを、残りを無触媒のマイカテー  
10 プをコイル導体に巻回するとともに、コイルの直線の部分に当接させる当て  
板に、上述実施例 1 ～ 4 と同じものを使用した。コイルエンド部分に当接さ  
せる当て板は、ナイロン 46 の 3 mm 厚さを使用した。

また、コイルの最外側は、実施例 2 で記載したポリエステルの熱収縮チュ  
ーブを全長に 1 / 2 重ね、2 回巻きを行った。

15 このコイルに真空加圧含浸（VPI）法を用いてエポキシ等樹脂を含浸さ  
せ、含浸容器から取り出したコイルを架台に載せ、コイルの外側に付着した  
樹脂を滴下させた後、コイルの直線の部分に下敷きとしてポリエステルフィ  
ルムを、コイルのコイルエンドの部分にポリエステル不織布をそれぞれ備え  
るとともに、コイルエンドの端部にクレープ紙を巻回した。

20 架台に保持したコイルを、圧力容器に収容した後、予め 150℃ に加熱さ  
せたポリエチレンワックスをコイルの上部 10 cm 以上になるまで供給し、

直ちに窒素ガスで0.7 MPaになるまで加圧した。

樹脂の硬化後、今迄、圧力容器に供給されていた加熱媒体としてのポリエチレンワックスを貯蔵槽に戻し、器内圧力を大気圧に戻し、コイルを冷却させた後、圧力容器から取り出し、当て板等を取り外し、最終コイルの形状を

5 成形調整した。

コイルエンドの部分で当て板にナイロンを使用した部分は、鉄板と同様に平滑で綺麗に仕上がっていた。

また、コイルの直線部分の下敷きとするポリエステルフィルム、コイルエンドの部分のポリエステル不織布、コイルエンドの端部のクレープ紙には、  
10 窒素ガスによる加圧の際、搾り出された樹脂が付着しており、ポリエチレンワックスを介して加圧した効果が確認できた。これらの搾り出された樹脂は硬化しており、ポリエチレンワックスとは非相溶なので容易に取り除くことができた。

実施例5でのコイルは、従来法で製造した製品と比べ、コイル寸法（絶縁  
15 厚さ）が同じであったが、 $\tan \delta$ が98%、樹脂含浸終了から硬化終了までの製造時間が50%短縮でき、製造性に優れていることが認められた。

（実施例6）

圧力容器に収容したコイルに供給する加熱媒体は、熱硬化性樹脂と非相溶で、接着せず、室温において固体、樹脂の硬化温度において液体であることが必要条件とされる。非相溶の点について、ポリエチレン系材料、ポリオ  
20 レフィン系材料、ポリプロピレン系材料は優れている。このうち、ポリプロピレン系材料は融点が高いので除外した。

平均分子量、融点、粘度のデータを基にポリエチレン系材料およびポリオ  
レフィン系材料のコイルにおけるマイカテープの絶縁層への侵入度、剥離性  
25 、作業性を調べ、その結果を表2にまとめた。

表 2

	実 施 例					
	6	7	8	9	10	11
平均分子量	2000	3500	5000	7700	10000	20000
融点(°C)	107	108	107	104	132	133
粘度 (Pa·S/150°C)	0.25	1.0	4.0	7.8	20.0	50.0
侵入度	△	○	○	◎	◎	◎
剥離性	○	○	◎	◎	◎	○
作業性	◎	◎	◎	◎	○	△

- 侵入度は、マイカテープおよび離型用のテープへの加熱媒体の侵入する程度を、剥離性はコイルの表面に膜ができるので、その膜の剥離性を、作業性は配管を流れる流動状態の良否をそれぞれ示している。

△印はやや悪い、○印は良い、◎印は非常に良い、をそれぞれ示している。

- 表 2 の結果から、コイルの絶縁層に含浸させた樹脂を加熱硬化させる際、加熱媒体としてポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれかを使用すると、侵入度、剥離性、作業性がともに優れていることがわかった。

#### 産業上の利用可能性

- 以上の説明のとおり、本発明によれば、絶縁コイル導体を製造するにあたり、巻回工程、熱収縮テープ巻回工程、真空加圧含浸工程、液状の加熱媒体による樹脂加熱加圧硬化工程、治具分解仕上げ工程を経て製造し、従来の液体状態にある含浸樹脂への硬化成型用治具取付工程および高温空気による樹脂加熱硬化工程を廃止したので、作業者の過酷な労力を大幅に軽減すること



ができ、産業上の利用可能性大なるものであり、コイルの温度上昇を速くさせ、温度分布を均一化させることができ、硬化時間を従来に較べて半減させ、製造性の大幅な向上を図ることができる。また、完成したコイルは、より一層優れた電気特性が得られる為、その利用範囲も大幅に広がるものである

## 請 求 の 範 囲

1. 導体にマイカテープを巻回して絶縁層を備えるコイルに構成し、このコイルを樹脂で真空加圧含浸させ、前記樹脂含浸させた前記コイルに硬化成型用治具を取り付けた後、前記コイルの含浸樹脂を加熱により硬化させて絶縁コイルを製造する回転電機の絶縁コイル製造方法において、マイカテープ巻回工程、熱収縮テープ巻回工程、真空加圧含浸工程、液状加熱媒体を用いた樹脂加熱硬化工程、治具分解仕上げ工程を経て絶縁コイルを製造することを特徴とする回転電機の絶縁コイル製造方法。
2. 前記樹脂加熱硬化工程は、コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際、ポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体を使用して前記樹脂を硬化させることを特徴とする請求の範囲1記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。
3. 前記コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、融点が135℃以下であることを特徴とする請求の範囲2記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。
4. 前記コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、150℃における粘度が100Pa・s以下であることを特徴とする請求の範囲2記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。
5. 前記コイルに含浸させた樹脂を硬化させる際に使用するポリオレフィン系材料およびポリエチレン系材料のうち、いずれか一方の液状加熱媒体は、酸化防止剤および帯電防止剤のうち、少なくとも一方を添加することを特徴とする請求の範囲2記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

6. 前記巻回工程は、マイカテープに硬化反応促進剤を担持させるとともに、コイルの導体に近い側に多量の硬化反応促進剤を配分し、前記コイル導体から離れる側にゼロまたは少量の硬化反応促進剤を配分して担持させることを特徴とする請求の範囲1記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

5

7. 前記熱収縮巻回工程は、コイル導体に絶縁層を形成するマイカテープの外側に離型用テープを巻回し、その離型用テープに成型加工用の当て板を当接させた後、前記当て板を熱収縮テープを巻回して固定することを特徴とする請求の範囲1記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

10

8. 前記当て板は、コイルの直線部分に金属板および繊維強化した積層板のうち、いずれかを使用することを特徴とする請求の範囲7記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

15 9. 前記当て板は、コイルの曲線部分にプラスチック板を使用することを特徴とする請求の範囲7記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

10. コイルの曲線部分に前記当て板として使用するプラスチック板は、ポリアミド系材料で製作していることを特徴とする請求の範囲9記載の回転電

20 機の絶縁コイル製造方法。

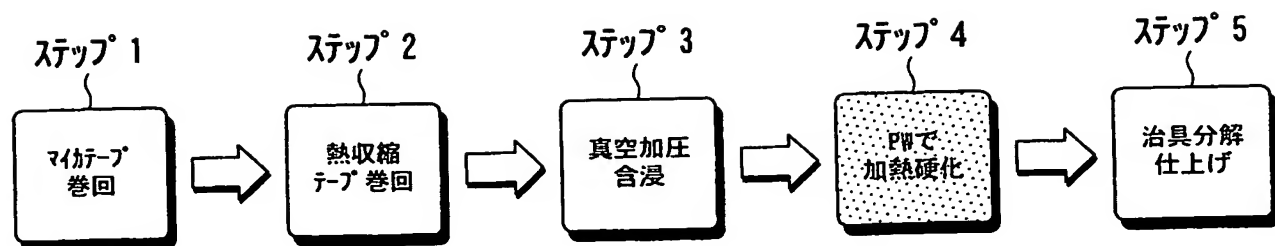
11. 前記熱収縮テープは、熱可塑性テープ、熱収縮チューブおよび離型処理した熱収縮クロスのうち、いずれかを使用することを特徴とする請求の範囲7記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

25

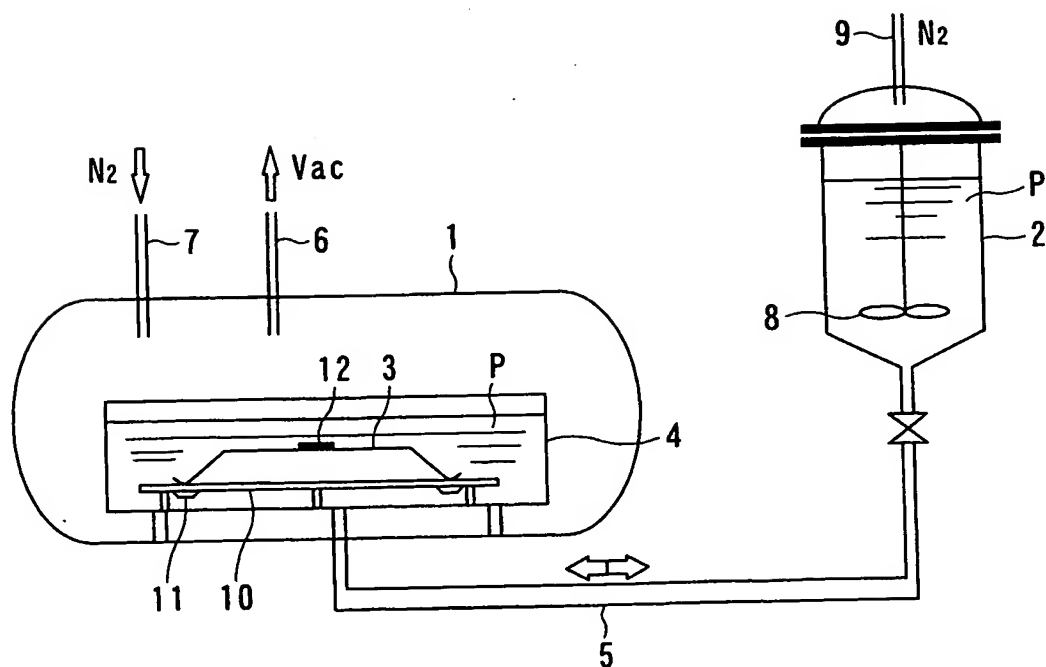
12. 前記樹脂加熱硬化工程では、コイルを保持する架台の底部に受け皿を備え、滴り落ちる樹脂を收容することを特徴とする請求の範囲1記載の回転電機の絶縁コイル製造方法。

13. 前記受け皿は、コイルの直線に相当する部分に金属および耐熱性フィルムのうち、いずれかを備え、コイルエンドの曲線に相当する部分に耐熱性フィルムを備え、コイルエンド端部に相当する部分に耐熱性フィルムおよび不織布のうち、いずれかを備えていることを特徴とする請求の範囲12記載
- 5 の回転電機の絶縁コイル製造方法。
14. 導体にマイカテープを巻回してコイル導体絶縁層を形成する巻回工程と、このマイカテープの外側に離型用テープを巻回し、その離型用テープに成型加工用の当て板を当接させた後、前記当て板を熱収縮テープを巻回して固定
- 10 する熱収縮巻回工程と、このように巻回されたコイルを樹脂で真空加圧含浸させる真空加圧含浸工程と、前記樹脂含浸させコイル成型用治具を取り付ける治具取り付け工程と、コイル絶縁層に含浸させた樹脂を液状媒体を用いて加熱硬化させる樹脂加熱硬化工程と、前記治具の治具分解仕上げ工程とからなることを特徴とする、回転電機の絶縁コイル製造方法。
- 15
15. 導体にマイカテープを巻回してコイル導体絶縁層を形成する巻回し、このマイカテープの外側に離型用テープを巻回してその離型用テープに成型加工用の当て板を当接させた後、前記当て板を熱収縮テープを巻回固定し、このように巻回された熱収縮コイル導体を樹脂で真空加圧含浸させ、前記樹脂
- 20 含浸させコイル成型用治具を取り付け、コイル絶縁層に含浸させた樹脂を加熱硬化させ、その後、治具分解仕上げを行う事によって製造する事を特徴とする、回転電機の絶縁コイル。

1/1



第1図



第2図

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/00925

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H02K15/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H02K15/00-15/16, H02K3/30-3/52

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 61-30943 A (Toshiba Corp.), 13 February, 1986 (13.02.86), Page 2, upper left column, lines 2 to 13; Fig. 1 (Family: none)	1, 6-15
Y	JP 10-295063 A (Toshiba Corp.), 04 November, 1998 (04.11.98), Figs. 1 to 4; Par. Nos. [0002], [0020] to [0028] (Family: none)	1, 6-15
Y	JP 9-283318 A (Toshiba Corp.), 31 October, 1997 (31.10.97), Fig. 1; Par. Nos. [0019] to [0025] (Family: none)	6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 April, 2003 (15.04.03)

Date of mailing of the international search report  
30 April, 2003 (30.04.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00925

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-95210 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 06 April, 2001 (06.04.01), Fig. 1; Par. Nos. [0011] to [0015] (Family: none)	12, 13
A	JP 5-76148 A (Toshiba Corp.), 26 March, 1993 (26.03.93), All pages (Family: none)	1-15
A	JP 5-30695 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 05 February, 1993 (05.02.93), All pages (Family: none)	1-15

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02K15/12

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02K15/00-15/16Int. Cl<sup>7</sup> H02K 3/30- 3/52

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 61-30943 A (株式会社東芝) 1986. 02. 13, 2ページ左上欄2-13行, 第1図 (ファミリーなし)	1, 6-15
Y	JP 10-295063 A (株式会社東芝) 1998. 11. 04, 図1-4, 【0002】, 【0020】-【0028】, (ファミリーなし)	1, 6-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 04. 03

国際調査報告の発送日

30.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

米山 毅



3V

9324

電話番号 03-3581-1101 内線 3356



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 9-283318 A (株式会社東芝) 1997. 10. 31, 図1, 段落【0019】 - 【0025】 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2001-95210 A (三洋電機株式会社) 2001. 04. 06, 図1, 段落【0011】 - 【0015】 (ファミリーなし)	12, 13
A	JP 5-76148 A (株式会社東芝) 1993. 03. 26, 全ページ, (ファミリーなし)	1-15
A	JP 5-30695 A (富士電機株式会社) 1993. 02. 05, 全ページ, (ファミリーなし)	1-15